



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO TÉCNICO- ECONÓMICO DE CIRCULOS DE CALIDAD  
EN CONCENTRADORAS DE MINERA ESCONDIDA.**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE  
EMPRESAS**

**CAMILA ANDREA PICKERT ÁLVAREZ**

**PROFESOR GUÍA:  
ENRIQUE JOFRÉ ROJAS**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
GERARDO DÍAZ RODENAS  
JACQUES IVES CLERC PARADA**

**SANTIAGO DE CHILE  
2020**

**RESUMEN DE LA TESIS PARA OPTAR AL  
GRADO DE: MAGÍSTER EN GESTIÓN Y  
DIRECCIÓN DE EMPRESAS  
POR: Camila Andrea Pickert Álvarez  
Fecha: Agosto 2020  
PROFESOR GUÍA: Enrique Jofré Rojas.**

## **EVALUACIÓN DEL IMPACTO TÉCNICO- ECONÓMICO DE CIRCULOS DE CALIDAD EN CONCENTRADORAS DE MINERA ESCONDIDA.**

En la actualidad se está implementando en Escondida el Sistema Operativo de BHP (BOS), el cual se basa en la metodología *Lean* para crear valor, los Círculos de Calidad apalancan uno de los pilares de este sistema, aunque ya llevan 3 años de desarrollo en la compañía, en un principio la estrategia de la compañía fue aceptar e implementar todas las ideas propuestas, esto con el fin de “generar la cultura deseada en la primera línea”. La implementación de esta herramienta creció exponencialmente, y la gestión dejó de ser sustentable, es por esto que la presente tesis se hace cargo de algunas de estas problemáticas.

Para determinar un criterio de selección en la implementación de mejoras propuestas por los Círculos de Calidad, se analiza la forma actual en que se realiza dentro del resto de las Gerencias y se definen las mejores prácticas de la metodología actual unificando la visión de BOS. En relación a determinar mejores prácticas para la implementación y desarrollo óptimo de un Círculo de Calidad, se realiza una encuesta de percepción al 80% de los actuales miembros de los Círculos de Calidad de las Concentradoras y se compara el proceso actual con la teoría de la filosofía *Lean*.

Para la búsqueda de un método con el cual llevar el control de todas las acciones de cada Círculo de Calidad en base al cumplimiento de fechas comprometidas para el marco conceptual se busca implementar una plataforma en línea.

Respecto a la evaluación técnica- económica de los círculos que apalancan productividad, destacan sus altos retornos al negocio y la facilidad de calcular sus beneficios, por lo que se concluye el alto valor que generan a la compañía y a las personas.

## **DEDICATORIA**

A mi madre, siempre a mi madre, fuente inagotable de inspiración.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1    Objetivos	3
<b>1.1.1    Objetivo general</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2    Objetivos específicos</b>	<b>3</b>
1.2    Metodología	3
1.3    Filosofía <i>Lean</i>	4
1.4    Principios <i>Lean</i>	5
<b>1.4.1    Valor</b>	<b>6</b>
<b>1.4.2    Cadena de valor</b>	<b>6</b>
<b>1.4.3    Flujo</b>	<b>7</b>
<b>1.4.4    Pull</b>	<b>7</b>
<b>1.4.5    Perfección</b>	<b>8</b>
1.5    Filosofía <i>Lean</i> en la industria minera	8
1.6    Herramientas <i>Lean</i>	9
<b>1.6.1    Círculos de Calidad</b>	<b>10</b>
1.6.1.1    Características de los Círculos de Calidad	11
1.6.1.2    Propósitos de los Círculos de Calidad	11
1.6.1.3    Principios y condiciones de los Círculos de Calidad	12
<b>CAPITULO 2. CONTEXTO ESTRATÉGICO</b>	<b>15</b>
2.1    Sobre la Compañía	15
2.2    Principios BOS-BHP	17
<b>CAPITULO 3. GESTIÓN DE LOS CÍRCULOS DE CALIDAD EN MINERA ESCONDIDA</b>	<b>21</b>
3.1    Círculos de calidad dentro de la compañía	21

3.1.1	Uso y Gestión de Círculos de Calidad a través de plataforma en línea	25
3.1.2	Percepción de los Círculos de Calidad	28
<b>CAPITULO 4.</b>	<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA</b>	<b>30</b>
4.1	Caso 1: Circulo de Calidad 1	31
4.2	Caso 2: Circulo de Calidad 2	32
4.3	Caso 3: Circulo de Calidad 3	34
<b>CAPITULO 5.</b>	<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>36</b>
<b>CAPITULO 6.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>40</b>

### **Índice de Ilustraciones**

Ilustración 1.	Interconexión de los principios BOS de BHP	17
Ilustración 2.	Conjunto de prácticas y principios del sistema operativo de BHP	18
Ilustración 3.	Gráficas entregadas por la plataforma en línea	26
Ilustración 4.	Reporte A3 de Círculos de Calidad	27
Ilustración 5.	Flujo propuesto para proceso de gestión de Círculos de Calidad.	29

### **Índice de Tablas**

Tabla 1.	Encuesta de percepción sobre Círculos de Calidad	28
Tabla 2.	Evaluación económica Caso Círculo de Calidad 1.	31
Tabla 3.	Evaluación económica Caso Círculo de Calidad 2	33
Tabla 4.	Evaluación económica Caso Círculo de Calidad 3	34

## **CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN**

Lean Management es un enfoque a la ejecución de una organización que apoya el concepto de mejora continua, un enfoque a largo plazo de trabajo, que busca sistemáticamente lograr cambios graduales en los procesos con el fin de mejorar la eficiencia y la calidad de un proceso o producto, la cual, ha tenido gran acogida gracias a su capacidad para dar solución efectiva a muchos de los problemas que enfrentan las organizaciones hoy [1]. Por esta razón, grandes empresas a nivel mundial han implementado este enfoque como una estrategia de negocios para mejorar la calidad de los productos y servicios, mejorar la eficiencia de los procesos, aumentar la satisfacción del cliente y aumentar la rentabilidad [2].

BHP ha creado un sistema operativo para toda su la compañía basado en en Lean management, el cual, se incorporan a la operación inicialmente a través de la Gerencia de Mejoramiento Continuo. Dentro de estas herramientas, se encuentran los Círculos de Calidad, definidos como grupos de trabajadores que realizan tareas similares y que voluntariamente se reúnen con regularidad para poder identificar las causas raíces de aquellos problemas que surgen en su trabajo y proponer la o las soluciones óptimas para éstos. Las inversiones asociadas a estas mejoras tienen un límite en su financiamiento e idealmente se busca implementar mejoras con recursos disponibles. Desde que el círculo se crea hasta que se implementa la solución propuesta se tiene un plazo de 3 meses. Estas soluciones apalancan principalmente productividad, seguridad y cultura del área. Si bien cada Gerencia General cuenta con un presupuesto para abordar las implementaciones de los círculos de calidad, actualmente no es tangible el beneficio económico que ellos entregan a la compañía.

Los Círculos de Calidad se incorporaron a Minera Escondida el año 2017, creciendo exponencialmente, involucrando tanto a trabajadores internos como externos, lo que se traduce en que actualmente existen más de 200 círculos activos entre las 4 Gerencias Generales de los cuales el 16% pertenecen a la

Gerencia General de Concentradoras. Este crecimiento ha generado la pérdida de control de las acciones a desarrollar por cada uno de los círculos, por lo que la búsqueda de un método que lleve el control y el orden es primordial.

A partir de junio 2019, este sistema operativo se sostiene con una Gerencia BOS (Sistema Operacional de BHP). Con ello se busca unificar este sistema operativo en todo BHP (Minerals Americas, Minerals Australia y Petroleum), donde el foco es generar un cambio cultural en la compañía. Se espera que el empoderamiento, involucramiento y compromiso de la primera línea de trabajadores sea uno de los pilares de la sustentabilidad del negocio. Bajo esta premisa, desde que inició este proceso, se han aceptado todas las iniciativas propuestas por los trabajadores, no existiendo un historial de las lecciones aprendidas, control actualizado de las acciones, ni del impacto que éstas generaron, ni tampoco un criterio de selección que maximice los resultados del negocio.

Dicho lo anterior, el propósito de esta tesis es generar un método para evaluaciones técnico-económica de una cantidad representativa de Círculos de Calidad de la Gerencia General de Concentradoras, que es la responsable del mayor impacto en la producción total de Minera Escondida, ya que aproximadamente el 80% de la producción es mediante la vía de concentración de minerales de cobre y el 20% mediante la vía hidrometalúrgica. Esto entregará las mejores prácticas, la definición de implementación óptima y un orden en el ciclo de vida de un Círculo de Calidad y finalmente una metodología de control para todos los círculos vigentes.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo general

Evaluar el impacto técnico- económico en los resultados del negocio que genera la implementación de las mejoras propuestas por los Círculos de Calidad en la Gerencia de Concentradoras de Minera Escondida.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar un criterio de selección para la implementación de mejoras propuestas por los Círculos de Calidad que generen impacto en seguridad, productividad y cultura para la compañía en las concentradoras de Minera Escondida.
- Determinar mejores prácticas para la implementación y desarrollo óptimo de un Círculo de Calidad
- Buscar un método para llevar el control de todas las acciones de cada uno de los Círculos de Calidad en base al cumplimiento de fechas comprometidas para el cierre de cada una de ellas.
- Realizar la evaluación del impacto técnico – económico de la implementación de los Círculos de Calidad en la Gerencia de Concentradoras.

## 1.2 Metodología

Para evaluar el impacto técnico- económico en los resultados del negocio que genera la implementación de las mejoras propuestas por los Círculos de Calidad en la Gerencia de Concentradoras de Minera Escondida, se seleccionarán 3 Círculos de Calidad con su implementación finalizada, considerando el alto impacto



generado y el destacado involucramiento de los miembros del círculo y se calculará el ahorro percibido para la compañía.

Para determinar un criterio de selección para la implementación de mejoras propuestas por los Círculos de Calidad, se analizará la forma actual en que se realiza en el resto de las Gerencias y se definirán las mejores prácticas de la metodología actual unificando la visión del actual Sistema Operacional de BHP (BOS). Cabe señalar que los Círculos de Calidad iniciaron el 2017 en Escondida y el BOS se implementó en Escondida a mediados del 2019.

Para el caso de determinar mejores prácticas para la implementación y desarrollo óptimo de un Círculo de Calidad, se realizará una encuesta de percepción al 80% de los actuales miembros de los Círculos de Calidad de las Concentradoras y se comparará el proceso actual con la teoría de la filosofía *Lean*.

Para la búsqueda de un método para llevar el control de todas las acciones de cada uno de los Círculos de Calidad en base al cumplimiento de fechas comprometidas para el marco conceptual se buscará implementar una plataforma en línea.

### 1.3 Filosofía *Lean*

La filosofía o el pensamiento *lean* es el nombre que se le da al sistema de producción en masa de automóviles en las fábricas de *Toyota*. Este sistema de producción posee ciertos principios que buscan una forma de hacer más con menos; menos esfuerzo humano, menos equipos, menos tiempo, menos espacio. Y así, entregar al cliente exactamente lo que quiere en el momento que lo necesita.

Después de la segunda guerra mundial en *Toyota* desarrollaron un nuevo sistema donde manejaban poco inventario y los trabajadores aportaban en la toma de decisiones, produciendo sólo lo justo y necesario en el momento que el cliente lo solicitaba. Este sistema de producción de *Toyota* (*Toyota Production System*) dio

lugar a la Producción *Lean* conocida internacionalmente gracias al libro “La Máquina que cambió el mundo” de Womack y Jones en 1996. [3]

Los sistemas de producción *Lean* cambian la forma en que las empresas entienden el rol organizacional de las compañías, fomentando que actúe como una comunidad. Además, establece una nueva forma de entender una planta de ensamblaje, potenciando la multifuncionalidad, el trabajo en equipo, la opinión de los trabajadores, la mejora continua y la eliminación de desperdicios. Por otra parte, incorpora de manera activa el rol de las cadenas de suministros permitiendo el flujo continuo y la ausencia de detenciones en la línea de producción. Asimismo, cambia la manera en que se desarrollan los productos, formando personal especializado pero que trabaja en equipo con el resto de sus compañeros. Finalmente, ponen especial atención en el consumidor, conformando procesos flexibles que respondan a la variación de la demanda y diseñando procesos que se orienten en la creación de valor para el cliente. Todo esto permite que lean sea una alternativa de trabajo (y en ocasiones la única) en economías de crecimiento lento, posibilitando la producción de pequeñas cantidades de productos, de muchas variedades, y en condiciones de baja demanda [4]

#### 1.4 Principios *Lean*

La filosofía *Lean* se resume en 5 principios fundamentales:

- Especificar precisamente el valor para un producto específico.
- Identificar la cadena de valor para cada producto.
- Permitir el flujo de valor sin interrupción.
- Permitir que el consumidor tire el valor (la producción) del producto.
- Perseguir la perfección

En definitiva, estos principios entregan una forma de hacer más con menos; menos esfuerzo humano, menos equipos, menos tiempo, menos espacio. Y así, entregar al cliente exactamente lo que quiere en el momento que lo necesita. No obstante,

para lograr esto se debe lidiar con las pérdidas y desperdicios, específicamente toda actividad humana que absorbe recursos pero no crea valor [4]

#### 1.4.1 Valor

El valor es el punto de partida del pensamiento *Lean*. El valor es creado por el productor, pero definido por el cliente, porque gracias al cliente es que nace una necesidad. Por lo tanto, el valor sólo puede ser definido por el cliente final. Además, el valor para el cliente sólo es expresado en términos del producto, el cual resuelve las necesidades del cliente a un costo y momento específico. Entonces, en la filosofía *lean* se debe comenzar precisando de manera detallada el valor para el cliente, centrando la atención en el producto específico con sus respectivas capacidades, ofrecido en el momento adecuado y a un precio específico.

En definitiva, la correcta especificación del valor para el cliente es el primer paso crítico del pensamiento *Lean*. Con una incorrecta definición del valor, el producto desarrollado tendría pérdidas y desperdicios.

#### 1.4.2 Cadena de valor

La cadena de valor es el conjunto de actividades requeridas para realizar un producto específico, a través de tres tareas críticas: la resolución del problema, la gestión de información, y la transformación física. La resolución del problema se basa en la conceptualización de la idea a través del diseño y la ingeniería de detalle. La gestión de la información es el manejo de datos que ocurre desde la necesidad hasta la entrega del producto. Y, finalmente, la transformación física se refiere al proceso de transformación que ocurre desde las materias primas hasta entregar un producto específico en las manos del cliente.

En conclusión, el segundo paso crítico es definir y potenciar las actividades que agregan valor en la cadena de valor del producto, eliminar las que no lo hacen y pueden ser descartadas directamente, y modificar las que no agregan valor pero que no pueden ser descartadas debido a la forma de realizar los procesos actuales.

### 1.4.3 Flujo

Luego de tener la correcta definición del valor para el cliente y haber identificado la cadena de valor que elimina las pérdidas, es fundamental permitir que la creación de valor se realice fluidamente, es decir, a través de un flujo continuo. Específicamente, las cosas funcionan mejor cuando se pone el foco de atención en el producto y sus necesidades por sobre los equipos y la organización, por lo que todas las actividades necesarias para diseñar, fabricar y proveer un producto se generan en un flujo continuo. Además, el gran desafío es alcanzar el flujo continuo cuando se dispone de pequeños niveles de producción, situación que puede demandar que se modifique el funcionamiento convencional de las empresas.

De este modo, el tercer paso crítico radica en generar y permitir el flujo continuo de la cadena de valor, a través de pequeños lotes de producción (o sin lotes). Por lo tanto, es posible la necesidad de modificar el funcionamiento normal de las empresas mediante una estrategia de transformación *Lean*, incentivando la creación de valor en toda la cadena por sobre la especialización por departamentos.

### 1.4.4 Pull

Luego de realizar los 3 primeros principios del pensamiento *Lean*, los cambios deberían ser visibles de forma radical. La transformación de los departamentos independientes de las empresas en equipos de trabajo multidisciplinarios, y el cambio de producción a través de lotes por flujo continuo, deberían disminuir drásticamente los tiempos de resolución de problemas, de gestión de información, y de materialización física de los productos. Sin embargo, si bien estos principios acercan a las empresas a entregar al cliente lo que ellos quieren en el momento que lo quieren, todavía existen predicciones de demanda y especulaciones sobre los intereses del cliente. Entonces, el desafío está en permitir que el cliente “tire” la producción de la empresa por sobre que la empresa “empuje” la producción hacia el cliente.

En conclusión, el cuarto paso crítico es generar que el cliente “tire” la producción y que la empresa responda exactamente con las necesidades del cliente, disminuyendo las predicciones y estimaciones imprecisas sobre los intereses de éste.

#### 1.4.5 Perfección

La perfección ocurre cuando se realiza un proceso iterativo de los 4 pasos anteriormente señalados. Las empresas definen con precisión el valor para el cliente, luego identifican la cadena de valor completa del producto, permiten que la creación de valor ocurra mediante un flujo continuo y potencian a que el cliente sea quién tire la producción. Entonces, se aprecia que el proceso se puede ir ajustando continuamente, entregándole al cliente lo que desea con mayor precisión. Específicamente, al entregarle valor al cliente mediante un flujo continuo, se identifican con mayor facilidad los desperdicios en la cadena de valor. Además, mientras más tire la producción el cliente, mayor serán las restricciones que obstaculizan el flujo continuo, lo que revela desperdicios para ser removidos. Por lo tanto, el último paso sería realizar un proceso iterativo de los pasos anteriores en busca de la perfección. Al efectuar esto, comienzan a florecer ciertas pérdidas y desperdicios que antes no se identificaban, permitiendo una mejora continua por parte de la empresa que no tiene límites.

#### 1.5 Filosofía *Lean* en la industria minera

Como se vio al inicio de este capítulo, la aplicabilidad de la filosofía *Lean* se inició en la industria manufacturera, lo que no excluye en la actualidad al resto de las industrias, de las conclusiones más relevantes de distintos estudios que hacen referencia a la aplicabilidad y posibilidad de implementar esta filosofía en la minería se destaca:

- Los principios que promueve poseen un gran potencial para ser satisfactoriamente aplicados a la industria minera. De hecho, puede ser usado para eliminar los desperdicios e incrementar la confiabilidad de la operación [5]
- Los valores centrales que promueve son aplicables tanto a proyectos en un contexto minero como lo es en la industria manufacturera [6].
- Es posible implementar una nueva forma de gestión en la industria minera a través del uso integrado de conceptos de producción *Lean*. Es decir, son compatibles sus conceptos con los conceptos y técnicas tradicionales de la minería [7]

*Lean* entrega elementos aplicables a la minería al igual que a otros sistemas productivos. De hecho, existen ciertos enfoques (valor, mapeo del flujo de valor, estandarización, calidad desde la fuente, mantenimiento predictivo total, trabajadores multifuncionales y mejoramiento continuo) que pueden ser implementados directamente en la industria minera [8]

## 1.6 Herramientas *Lean*

De la filosofía *Lean* antes descrita, se desprenden variadas herramientas a utilizar que ayudan a ordenar los procesos e identificar desperdicios, a continuación, se describen las más relevantes para este trabajo:

- Ciclo de *Deming*: se compone de las etapas: Planificar – Hacer – Revisar – Actuar (*Plan-Do-Check-Act*), siendo esta secuencia repetitiva para la resolución de problemas, basada en la mejora continua. [9]
- *Obeya Room*: su traducción es sala de Guerra, y es una herramienta de control visual que sirve para ver gráficamente la situación de un proyecto, a través de paneles gráficos y esquemas que hacen visibles las desviaciones de los diferentes KPI. La idea es que esta información sea constantemente actualizada para tener los datos vigentes y facilitar a la supervisión la toma de decisiones para el cumplimiento de los estándares [6].

- Reporte A3: es una herramienta que ayuda a la resolución de problemas y la toma de decisiones, y sigue un orden según el ciclo de mejora continua o ciclo de Deming. Utilizar esta herramienta permite un mejor foco en el proceso y los resultados, como también ayuda a dar una mejor visualización de las problemáticas al ser breve y resumido. [10]
- VSM: *Value Stream Map*, se refiere a mapear el flujo de valor identificando todas las actividades que ocurren y que le entregan valor al producto o a la familia de productos. [9]

Pero dado que esta tesis analiza los resultados y mejores prácticas de la implementación de Círculos de Calidad, ahondaremos en esa herramienta en particular.

#### 1.6.1 Círculos de Calidad

Los Círculos de Calidad tienen su génesis en Japón a inicios de la década de los 50's, posterior a la II Guerra Mundial y fueron introducidos por Kaouru Ishikawa<sup>1</sup>. La calidad de los productos japoneses, en particular en Toyota, de esa época se había visto disminuida, pero la mano de obra era barata. Tratar de mantener los precios bajos, y al mismo tiempo mejorar la calidad fue el objetivo de los japoneses en esa época y para lograrlo introdujeron los Círculos de Calidad a la compañía. A partir de entonces y hasta la fecha, los Círculos de Calidad reciben un gran impulso de las empresas japonesas, incluso el gobierno los desarrolla y promueve.

Una de las consecuencias de la implantación de estas técnicas es la mejora del prestigio y la imagen de los productos japoneses los cuales empiezan a competir con éxito en los mercados internacionales. Esto anima a los trabajadores japoneses, pues saben que la espectacular recuperación del país es obra suya. Gracias al movimiento de los Círculos de Calidad, el trabajador japonés se siente responsable del éxito de su empresa y de su país. Pone en su trabajo diario todo su empeño y

---

<sup>1</sup> (1915-1989) Experto en el control de calidad, cuyo aporte fue la implementación de sistemas de calidad adecuados al valor de procesos empresariales.

dedicación, aportando no sólo unas horas de presencia y su esfuerzo físico, sino también su colaboración intelectual [11].

#### 1.6.1.1 Características de los Círculos de Calidad

- Los Círculos pueden ser implementados en cualquier tipo de organización, para lo cual no es imprescindible cambiar la estructura. Lo único que cambia es la filosofía de trabajo y el enfoque de las relaciones humanas en la empresa.
- Los Círculos de Calidad se reúnen para estudiar un problema de trabajo o una posible mejora del producto, pero no basta con identificar las fallas o los aspectos a mejorar. La misión del círculo es analizar, buscar y encontrar soluciones y proponer la más adecuada a la Dirección.
- Los Círculos de Calidad suponen que los trabajadores no solo aportan su esfuerzo muscular, sino también, su cerebro, su talento y su inteligencia.
- Los componentes de los Círculos estudian y analizan los problemas con métodos y técnicas científicas, hasta conseguir plantear varias alternativas de solución. Después de llegar al consenso proponen a la Dirección de la empresa las mejores alternativas.
- Todas las propuestas de los Círculos de Calidad presentadas a la Dirección son estudiadas cuidadosamente. Si son aceptadas serán puestas en práctica, y se reconocerá el mérito del Círculo que las ha presentado.
- El Círculo de Calidad es el mejor sistema para aprovechar el potencial creativo e innovador que tienen hombres y mujeres que componen la empresa.

#### 1.6.1.2 Propósitos de los Círculos de Calidad

- Contribuir a desarrollar y perfeccionar la empresa: No se trata de rendir culto al perfeccionismo, pero sí de provocar un crecimiento de la empresa, poniendo a punto todas sus potencialidades de realización. Sin embargo, hay



que ser muy cuidadosos con el crecimiento. Crecer en calidad, innovación, productividad y servicio al cliente, es la única forma de asentar el futuro de la empresa sobre bases sólidas.

- Lograr que el lugar de trabajo sea cómodo y rico en contenido: Los trabajos repetitivos y rutinarios son propios de las máquinas y los robots, no de las personas. Los Círculos de Calidad aspiran a lograr que el lugar de trabajo sea apto para el desarrollo de la inteligencia y la creatividad del trabajador.
- Aprovechar y potenciar al máximo todas las capacidades del individuo: El factor humano es el activo más importante y decisivo con que cuenta la empresa. Su potenciación constante provoca un efecto multiplicador, cuyos resultados suelen sobrepasar los cálculos y estimaciones más optimistas. [12].

#### 1.6.1.3 Principios y condiciones de los Círculos de Calidad

Los pilares sobre los que se sustentan los Círculos de Calidad son:

1. El reconocimiento a todos los niveles de que nadie conoce mejor una tarea, un trabajo o un proceso que aquel que lo realiza cotidianamente.
2. El respeto al individuo, a su inteligencia y libertad.
3. La potenciación de las capacidades individuales a través del trabajo en equipo.
4. La referencia a temas relacionados con el trabajo

De estos principios fundamentales, se dependen las siguientes condiciones para el funcionamiento de los Círculos de Calidad:

- a. *Participación voluntaria*: la teoría Z, dentro de la cual, se crearon los Círculos de Calidad, expresa claramente que el factor trabajo debe involucrarse libre y decididamente. Difícilmente se podrá crear un nuevo estilo de empresa si se empieza por obligar a los trabajadores a participar en los Círculos. Si no existe libertad, se quebranta uno de los principios básicos. Por otra parte, la no participación, no debe ser motivo de discriminación.

- b. *Formación*: sin ella, no es posible ningún perfeccionamiento. El intercambio de las personas debe ser constante y nunca rutinario. En muchos casos, el propio componente del Círculo advertirá sus déficits al enfrentarse a problemas progresivamente complejos que superan su nivel de conocimientos. La formación no sólo debe enriquecer al trabajador, sino, en esencia al ser humano en su plenitud y a que el conocimiento es una de las necesidades y motivaciones básicas de todo individuo.
  
- c. *Trabajo en equipo*: el espíritu de equipo, una vez superada la fase inicial de formación, favorece una sana competencia entre los distintos Círculos, y ésta se traduce en una superación constante, tanto en las ideas como en las soluciones aportadas.
  
- d. *Grupo democrático*: el Círculo debe elegir al líder democráticamente. Puede coincidir con un mando de la empresa, pero sólo si los miembros le aceptan como tal y reconocen su liderazgo moral.
  
- e. *Respeto al compañero*: aunque es algo que está implícito en el trabajo en equipo, la ausencia de esta actitud ha sido una de las causas frecuentes del fracaso en algunos Círculos. No es fácil conseguir que personas que trabajan en la misma empresa o área tengan siempre los mismos objetivos y las mismas opiniones a la hora de encontrar soluciones a problemas cotidianos. Las divergencias y roces se producen de forma inevitable. Sin embargo, se puede y se debe discutir en un clima de respeto y confianza.
  
- f. *Méritos colectivos y nunca individuales*: Todas las ideas y mejoras que surjan como fruto del trabajo de los Círculos son patrimonio del equipo y no de un

individuo aislado, por brillante que sea. Los directivos deben ser los primeros en promover esta idea, premiando los éxitos a nivel colectivo.

- g. *Grupo reducido*: Los Círculos que mejor funcionan, son aquellos que están compuestos por pocos individuos (4 o 5). De esta forma hay trabajo para todos. Si el número es muy superior, suele suceder que sólo sean unos pocos los que busquen datos, presenten soluciones o ideas, mientras que el resto, además de no colaborar con el Círculo, entorpezca su trabajo y alarguen las reuniones, discutiendo temas que se alejan de los objetivos y propósitos del grupo.
- h. *Reuniones cortas y en tiempo de trabajo*: Deben establecerse de antemano el horario para las reuniones, puesto que éstas se realizan para mejorar. Deben ser entendidas como horas de trabajo y no como actividades extraoficiales. La duración de las reuniones no debe sobrepasar la hora. Si son más largas, acaban en discusiones triviales sobre temas intrascendentes.
- i. *Respetar el horario*: Una vez que sea fijado la duración y periodicidad de reuniones, debe respetarse el horario. El trabajo de los círculos es prioridad absoluta, de lo contrario, resultará frecuente buscar excusas para postergar y aplazar las reuniones.
- j. *Reconocimiento*: La experiencia demuestra que, si no existe un auténtico reconocimiento, explícito y formal, por parte de la empresa, el interés decae paulatinamente hasta desaparecer por completo.
- k. *Apoyo de la Alta Dirección*: Del mismo modo que la Dirección es la primera en adaptar la filosofía lean, también debe ser la primera en alentar el

desarrollo de círculos., es una cuestión de pura lógica y congruencia, el apoyo y la iniciativa deben partir siempre de la parte más responsable.

## **CAPITULO 2. CONTEXTO ESTRATÉGICO**

### **2.1 Sobre la Compañía**

BHP es una compañía líder a nivel global en recursos naturales diversificados. Con presencia en 12 países, es uno de los mayores productores de commodities del mundo, incluyen petróleo, mineral de hierro, cobre y carbón y cotiza en las bolsas de valores tanto de Londres como de Australia. En 2014 inicia un profundo plan de reestructuración de sus activos con el objetivo de tener una estructura organizacional más simple, ágil y eficiente. Es así como en marzo de 2016 anuncia un giro fundamental en su forma de trabajar, que esencialmente consiste en una reagrupación de sus unidades de negocio en tres áreas: Minerals Americas, Minerals Australia y Petroleum. Junto con reagrupar las operaciones por zonas geográficas, estandariza todos sus procesos a nivel mundial, para luego simplificarlos y globalizar la mayoría de las funciones. A través de este modelo, que implica trabajar como equipo global e integrado, BHP busca concentrar el esfuerzo de sus líderes operacionales en seguridad, cultura, productividad y costos, con el objetivo común de conseguir el mejor resultado posible.

Minerals Americas es la unidad de negocios que agrupa las operaciones mineras de BHP localizadas a lo largo del continente americano, cuya sede está en Santiago de Chile. Reune las faenas Minera Escondida (57,5%) y Pampa Norte (Compañía Minera Cerro Colorado y Minera Spence S.A) en Chile, Potash (Canadá) y los joint

ventures no operados Antamina (Perú), Samarco y Fundación Renova (Brasil), Cerrejón (Colombia), Resolution (Estados Unidos) y Nimba (Guinea)<sup>2</sup>.

Minera Escondida es una de las operaciones de cobre más importantes de Chile y del mundo. Está situada a 170 km al sureste de la ciudad de Antofagasta y a una altura de 3100 m.s.n.m. Produce concentrado y cátodos de cobre a través de la explotación de dos rajos abiertos (Escondida y Escondida Norte). El concentrado de cobre se obtiene a través del proceso de flotación mineral sulfurado, y los cátodos de cobre, mediante proceso hidrometalúrgico de minerales oxidados y biolixiviación de sulfuros de baja ley. La infraestructura actual de la empresa en faena consiste en sistemas de chancado y transporte de mineral, tres plantas concentradoras y dos desalinizadoras, dos pilas de lixiviación, dos plantas de extracción por solventes y una de electro-obtención. A ello se suman dos mineroductos que transportan el concentrado hasta sus instalaciones en Puerto Coloso, donde es filtrado y embarcado a los clientes. Sus propietarios son BHP, empresa operadora con el 57,5%; Río Tinto (30%) y las japonesas JECO Corporation (10%) y JECO 2 Ltda. (2,5%). [13]

Desde el 2017, Minera Escondida se convirtió en la primera faena minera que opera tres concentradoras de manera simultánea (Los Colorados, Laguna Seca y OGP1), logrando una capacidad de procesamiento superior a 400.000 toneladas por día. Esta es una iniciativa clave para la estrategia de Escondida en el largo plazo, ya que permitirá compensar la caída natural de la ley y recuperar los niveles de producción a un promedio de aproximadamente 1,2 millones de toneladas anuales de cobre fino durante la década.

De la producción total de Escondida, aproximadamente el 80% proviene de la Gerencia General de Concentradoras.

---

<sup>2</sup> Activo ubicado en África que integra la organización de joint ventures no operados dependientes de Minerals Americas

## 2.2 Principios BOS-BHP

El Sistema operacional de BHP (en adelante BOS) tiene sus fundamentos en la filosofía *Lean Management*, el cual para la compañía se basa en 3 principios: empoderamiento de las personas, servicio a los clientes y búsqueda de la excelencia operacional.

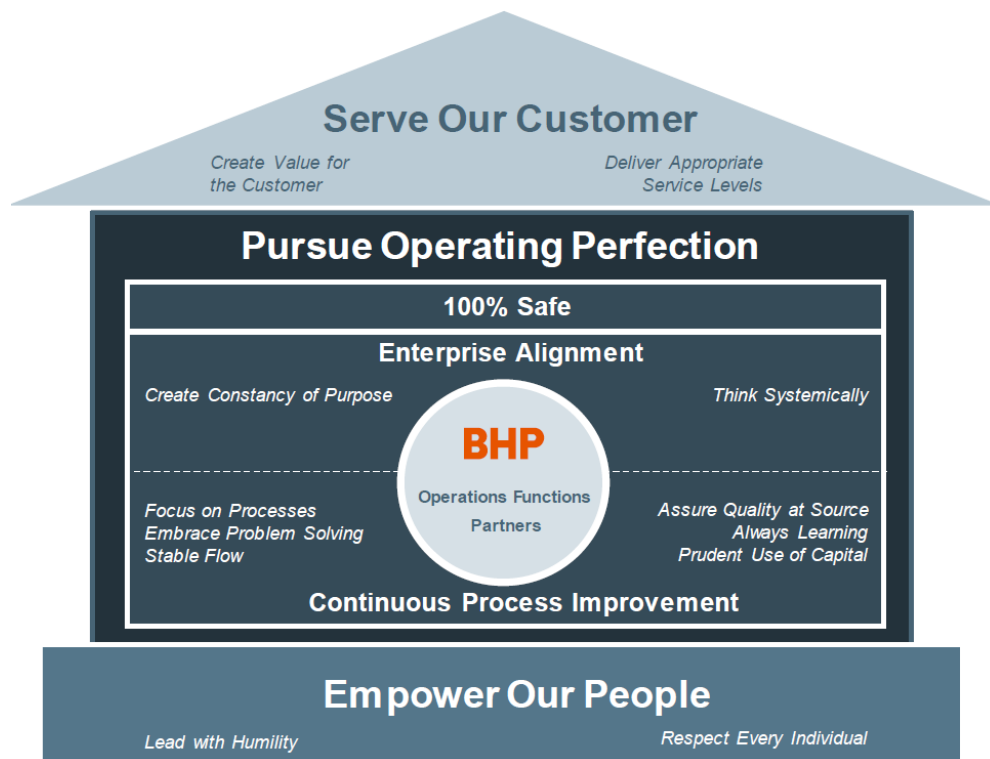


Ilustración 1. Interconexión de los principios BOS de BHP

1. **Servir a nuestro cliente:** Impulsar el foco y alineación del cliente a través de una visión en cascada, métricas y objetivos.
2. **Buscar la perfección operacional:** Profundizar nuestras capacidades de mejora y maneras de pensar para identificar y eliminar el desperdicio sistemáticamente.
3. **Empoderar a nuestra gente:** Ritmos y rutinas para garantizar la sustentabilidad de nuestras formas de trabajar y que permita el desarrollo de nuestra gente.

Lo anterior, se sustenta con 4 disciplinas y 14 prácticas que definen claramente el qué, el por qué y el cómo de la implementación de este sistema, como se muestra en la imagen, y se describe más adelante.

Principios clave	Propósito	Prácticas de BOS	
 <p>Atender a Nuestro Cliente</p>	<p><i>Impulsar el foco y alineación del Cliente a través de una visión en cascada, métricas y objetivos</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Definir y divulgar en cascada un propósito significativo</li> <li>2 Comprender voz del cliente y establecer métricas</li> <li>3 Establecer aspiraciones y objetivos</li> </ol>	<p><b>Vincular</b> nuestras metas con nuestra estrategia, y nuestra mente con nuestro propósito</p>
 <p>Buscar la Perfección Operacional</p>	<p><i>Profundizar nuestras capacidades de mejora y maneras de pensar para identificar y eliminar el desperdicio sistemáticamente.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4 Equilibrar la capacidad y la demanda</li> <li>5 Estandarizar los procesos y garantizar la calidad</li> <li>6 Visualizar y gestionar el desempeño</li> <li>7 Mantener un espacio de trabajo seguro, limpio y organizado</li> <li>8 Identificar oportunidades de mantenimiento</li> <li>9 Resolver problemas en la causa raíz y compartir las contramedidas</li> <li>10 Gestionar proyectos de mejora</li> </ol>	<p><b>Entregar</b> lo que nuestros clientes valoran, en forma segura y eficiente</p> <p><b>Descubrir</b> y desplegar mejores formas de trabajo</p>
 <p>Empoderar a nuestra gente</p>	<p><i>Ritmos y rutinas para garantizar la sustentabilidad de nuestras formas de trabajar</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>11 Crear un lugar de trabajo motivador y respetuoso</li> <li>12 Liderar efectivamente a través de rutinas estandarizadas</li> <li>13 Confirmar y desarrollar procesos y funciones</li> <li>14 Desarrollar a nuestra gente a través de la adquisición de capacidades y orientación (coaching).</li> </ol>	<p><b>Facultar</b> a las personas para que contribuyan al máximo de sus capacidades</p>

Ilustración 2. Conjunto de prácticas y principios del sistema operativo de BHP

**2.2.1 Objetivo común:** Vincular nuestras metas con nuestra estrategia, y nuestra mentalidad con nuestro propósito.

1. *Definición y difusión de propósito convincente:* se refiere a que toda la organización en todos sus estamentos conozca el propósito de la compañía y de la gerencia, para que tenga claro el valor que agrega su labor diaria a la compañía.
2. *Entendimiento de la voz del cliente:* se refiere a que cada trabajador trabaje para dar cumplimiento a su cliente, para lo cual debe saber lo que a él le genera valor, el cliente puede ser interno o externo.

3. *Definición de aspiraciones y objetivos:* se refiere a que todos los estamentos deben identificar los KPIs de su propia gestión y plasmarlos en un tablero de diálogo de desempeño, para así, darles seguimiento a las brechas y gestionirlas, la periodicidad depende del estamento.

2.2.2 **Mejora continua:** Entregar lo que nuestros clientes valoran, en forma segura y eficiente

4. *Identificación de oportunidades de mejora:* se refiere a que es primordial identificar las oportunidades de mejora del área de trabajo y gestionirlas, eso nos permitirá lograr la excelencia operacional.
5. *Entendimiento de las causas raíces y aplicar contramedidas:* se refiere a que todos los estamentos son resolutores de problemas y a través de cierta metodología, deben encontrar las causas raíces de los problemas, para que las soluciones sean sustentables en el tiempo.
6. *Gestión de iniciativas de mejora:* Se refiere al hecho de hacer lo posible para que las iniciativas de mejora se implementen de acuerdo a su impacto y sean efectivas.

2.2.3 **Procesos eficientes:** Descubrir y desplegar mejores formas de trabajo

7. *Balanceo de la capacidad productiva y la demanda:* se refiere a que la oferta sea igual a la demanda, ni más ni menos de los requerimientos del cliente.
8. *Estandarización del trabajo:* se refiere a que todos los procesos críticos se encuentren estandarizados para que no exista variabilidad en los resultados.
9. *Mantenimiento de un espacio de trabajo seguro, limpio y organizado:* se refiere a que es vital para el trabajo diario un lugar de trabajo óptimo que evite desperdicios para realizar una tarea, aplica a terreno y a oficinas.



10. *Gestión del desempeño*: Se refiere a realizar gestión sobre las brechas en KPIs de gestión propia, es decir, a aquellos KPIs en que los distintos estamentos tienen una directa relación con su *performance*.

2.2.4 **Desarrollo de personas**: Facultar a las personas para que contribuyan al máximo de sus capacidades

11. *Lugar de trabajo participativo y respetuoso*: se refiere al hecho y de acuerdo a la carta de valores de la compañía en que todos los estamentos tengan el espacio de participación y escucha activa con sus líderes para que puedan desarrollar sus ideas de mayor potencial.

12. *Confirmación de procesos y roles*: Se refiere a la acción por parte de los líderes a verificar en terreno los estándares actuales de los distintos procesos con los trabajadores de primera línea, con el fin de desarrollar y mejorar cada uno de ellos.

13. *Planificación del desarrollo de habilidades de las personas*: Como parte del desarrollo de personas es fundamental desarrollar las habilidades técnicas que los trabajadores deben poseer para las distintas funciones que realizan y planificarlas dentro de su plan de desarrollo.

14. *Coaching y feedback*: Se refiere al uso de estas herramientas para ayudar a los trabajadores a mejorar constantemente, éstos deben ser planificados y objetivos.

Como pudimos leer en el Capítulo 1, BOS apalanca la mayoría de los principios de *Lean*, en donde en particular los Círculos de Calidad logran intervenir en los 3 principios claves que persigue el BOS, *servir a nuestro cliente*, dado que se espera que todos los trabajadores entiendan quien es su cliente y trabajen para satisfacer sus necesidades, incluyendo las ideas de mejora de las áreas de trabajo, que aumentará esta satisfacción. *Buscar la perfección operacional* a través de la mejora continua (ciclo PDCA) busca obtener las mejores prácticas y compartirlas con el

resto de la organización, esto se sustenta con herramientas como la resolución de problemas (análisis de causa raíz) precisamente la herramienta que utilizan los Círculos de Calidad para resolver problemas. Finalmente, el *desarrollo de personas*, soporta el fundamento lean de que los trabajadores de primera línea no solo aportan su esfuerzo muscular, sino que también su cerebro, talento e inteligencia.

### **CAPITULO 3. GESTIÓN DE LOS CÍRCULOS DE CALIDAD EN MINERA ESCONDIDA**

#### 3.1 Círculos de calidad dentro de la compañía

Para la compañía un Círculo de Calidad es un grupo de entre 4-8 trabajadores que se reúnen de forma voluntaria, los cuales pueden ser internos, externos o mixtos, pero siempre deben contar con un supervisor sponsor interno, solucionan problemas de su área de trabajo con una metodología sustentable, todo el equipo se hace responsable de cada una de las acciones del plan y las soluciones propuestas pueden apalancar seguridad, productividad o cultura del área respectiva. Tienen un periodo de 3 meses para hacer su idea realidad. Este proceso tiene tres grandes hitos:

- 1) **Requerimiento de formación:** Se refiere a cuando un grupo de entre 4-8 trabajadores (interno, mixto o externo) levanta la necesidad al equipo BOS de querer formar un Círculo de Calidad, para ello, se debe contar con un supervisor sponsor interno (ingeniero de turno o simil) el cual tendrá un rol de validador técnico de las ideas y también debe velar por el cumplimiento de los procesos internos de la compañía.

Actualmente los ejecutivos del área no participan en la decisión de si el Círculo es viable o no, simplemente se ejecuta, esta es una diferencia fundamental respecto al método definido por la filosofía *Lean* en el capítulo 1, ya que, en ella, se define que *todas las propuestas de los Círculos de Calidad son estudiadas cuidadosamente por la dirección y si son aprobadas serán puestas recién en*

*práctica*. Si bien, en un inicio se definió como estrategia abordar todos los desafíos propuestos por los Círculos de Calidad para comenzar a generar la cultura deseada en la compañía, desde entonces ya han pasado más de 3 años sin modificar esta parte del proceso, lo que ha generado que la inversión para varios proyectos de este tipo sea mayor que los beneficios obtenidos. Para revertir esta situación, y como parte de los objetivos de esta tesis, la autora propone el involucramiento en el inicio del proceso de los Superintendentes, y no al final, como dicta el proceso actual, para que además de conocer en detalle la idea propuesta, hagan un simple análisis para definir si se continúa o no con el Círculo de Calidad, o si bien se requiere cambiar el foco de la idea original propuesta, mediante:

$$\begin{aligned} & \text{Costo del problema} + \text{Costo inversión de la solución} \\ & \leq \text{Beneficio de la solución} \end{aligned}$$

O también se puede generar esta definición en base al cálculo del Valor Actual Neto (VAN en adelante).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

En donde:

$I_0$ = Inversión inicial

$F_t$ = Flujo de dinero en cada periodo

$n$ = número de periodos de tiempo

$k$ = tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

En base a esta fórmula, el Superintendente del área respectiva podría tomar las siguientes decisiones:

- VAN > 0: El valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios. Se acepta su implementación.
- VAN = 0: El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente. Solicitar reenfoque de la idea.
- VAN < 0: El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

Esto sin duda asegurará aún más el involucramiento de los miembros del círculo y de su superintendente y también asegurará el beneficio económico de todas las ideas, aunque es importante señalar que estos cálculos sólo aplicarían para aquellas ideas que apalanquen productividad, porque aquellas que tengan como objetivo aumentar la seguridad o cultura deben ser aceptadas inmediatamente de acuerdo a políticas de la compañía si no conllevan otras alteraciones al proceso normal del área de trabajo.

2) **Capacitación en metodología de resolución de problemas:** mediante un taller de análisis de causa raíz con todos los participantes del Círculo de Calidad, se levanta la problemática y se analizan las potenciales soluciones, todo esto debe apuntar a 3 palancas principales: seguridad, productividad y cultura, hasta llegar a la causa raíz cerrando el taller con un plan de implementación con fechas y responsables para su seguimiento, desde este día, se define un periodo de 3 meses para implementar dicha solución.

Dicho lo anterior, se presentan dos brechas, la primera brecha observada en el proceso actual, es que, dada la gran cantidad de desafíos propuestos por los Círculos de Calidad, el proceso actual tiene una duración mayor a los 3 meses que dicta la teoría, en promedio el tiempo actual desde que se propone el plan de implementación hasta que la idea se implementa en terreno son de 6 meses, esto debido principalmente a procesos internos obligatorios de la compañía como la Gestión de Cambio y la Gestión de Compra, el primero tiene relación a

informar y solicitar aprobación sobre cualquier modificación en el *blueprint*<sup>3</sup> de la planta y es un proceso relativamente nuevo, el cual, requiere de la aprobación del equipo de Ingeniería Integrada de la compañía, para ello, se requiere completar una serie de anexos y entregables, el cual, la mayoría del tiempo el *supervisor sponsor* desconoce, y entre que aprende y ejecuta con buena calidad esta parte del proceso, se tarda entre 2 a 3 meses en finalizarlo. La Gestión de Compras por otra parte, como su nombre lo dice tiene que ver con generar las compras necesarias con los distintos vendor de los materiales requeridos para implementar la mejora en terreno, esto es un problema por las limitaciones actuales de la compañía de tener un contacto directo con éstos y hacerlo sólo a través de personas que tengan este perfil. Para ambos casos, se recomienda incorporar al proceso 2 *focal points* para cada Gestión, esto es personas expertas en ambos procesos que sostengan exclusivamente los requerimientos de los Círculos de Calidad, ya que esto permitirá un proceso más expedito de implementación.

3) **Seguimiento y cierre de acciones:** Una vez generado el plan de implementación, los círculos serán independientes en cuanto a la forma que les den cierre a las acciones comprometidas, esto principalmente se da con una reunión semanal de equipo para ver los avances, procurando siempre de respetar los procesos internos de la compañía.

Respecto a este hito, es importante señalar, que los Círculos de Calidad en la compañía iniciaron el año 2017 y a la fecha, en la Gerencia han incrementado en un 150% la cantidad de nuevos círculos creados, involucrando no solo a trabajadores internos de la compañía, sino que también a contratistas, este incremento generó también una pérdida de control del seguimiento de los planes de acción de cada uno de los círculos, por lo que se hizo imperativa la búsqueda de un método que facilitara el control de la gestión que se realiza con ellos y se logró materializar esta solución en una página web pública que nos indica en

---

<sup>3</sup> Blueprint: Plano o diseño detallado de ingeniería

línea el estado actual de los círculos, facilitando además la reportabilidad a la Gerencia del área, lo que sirve para generar el involucramiento de todos los estamentos de la compañía y apurar los procesos.

### 3.1.1 Uso y Gestión de Círculos de Calidad a través de plataforma en línea

El uso de tecnología es casi obligatorio en estos tiempos, y la gestión de Círculos de Calidad no es la excepción, si bien esta tesis se especifica en la Gerencia General de Concentradoras, cabe recordar que esta compañía tiene 4 Gerencias Generales, por lo que la pérdida de control del seguimiento de los planes de acción descrita, se cuatricula, y, por ende, la búsqueda de un método que ayude a soportar esta problemática es obligatoria.

Para esto, se constituyó un equipo multidisciplinario que tuvieran relación directa actual con los Círculos de Calidad, para determinar los requerimientos de esta plataforma, dentro de los que destacan:

- 1) Interfaz amigable con el usuario.
- 2) Acceso público, para que tanto trabajadores internos como externos tuvieran acceso a ella.
- 3) Limitar la edición de acciones, fechas y responsables a un grupo pequeño de personas para que el proceso no se descontrolara.
- 4) Generar Reportabilidad respecto al status de cada círculo.
- 5) Generar un reporte A3 para trabajar sobre él y que permita mostrar un resumen de como fue trabajado el problema mediante la metodología de análisis de causa raíz.

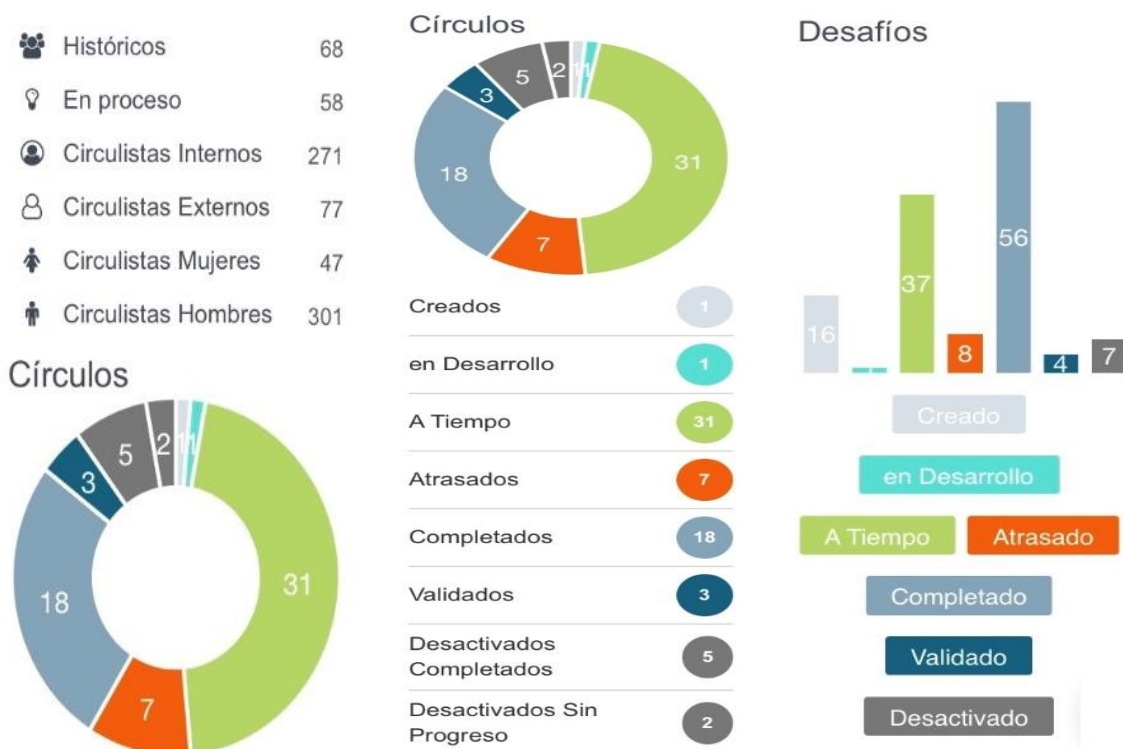


Ilustración 3. Gráficas entregadas por la plataforma en línea

Como se observa en la Ilustración 3, las gráficas son amigables para el usuario y permiten hacer un doble click para saber el detalle de cada información, es decir, me permite saber específicamente cual es el estado del Círculo de Calidad, para cada uno de estos estados se generó una descripción para cada clasificación, según:

- **Creado:** Se inscribieron los integrantes del círculo y la idea a trabajar, pero no han realizado el taller.
- **En desarrollo:** Solo han trabajado en algunos puntos del A3, falta finalizarlo.
- **A tiempo:** es que las fechas del plan aun no llegan y están en línea con las acciones comprometidas.
- **Atrasados:** Se han cumplido las fechas comprometidas y las acciones aun no se cierran.
- **Completados:** Han finalizado la implementación de la solución.

- **Validado:** Después de finalizado, ha sido validado técnicamente por el superintendente del área respectiva.
- **Desactivado:** No continuarán con el desarrollo del círculo.

Además, la plataforma, permite ver el A3 de cada círculo, lo cual permite a cualquier lector saber de que trata cada desafío en detalle, según el siguiente formato:

PASO 2 Definir el problema	¿Qué pasó? + ¿Por qué es un problema? + ¿Cuándo? + ¿Dónde? + ¿Cuánto?	Objetivo S (Específico) M (Medible) A (Alcanzable) R (Realista) T (En tiempo definido)
-------------------------------	---	---

PASO 3 Desglosar el problema			PASO 4 Entender las causas raíz e identificar las contramedidas									
Personas	Máquina	Método	Definición del problema	¿Por qué? Causa directa	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	Contramedida propuesta	Prioridad B-M-A	Dueño	Fecha de entrega
Material	Medida	Medio ambiente		<i>Elija las causa(s) directas más probables para el siguiente paso</i>								
Confirmación Contramedida - Cero Recurrencia										Fecha Meta	Estatus	
Mejores Prácticas										Fecha Meta	Estatus	

Ilustración 4. Reporte A3 de Círculos de Calidad

Esta plataforma precisa que sólo el líder y el supervisor sponsor del Círculo de Calidad son los únicos que pueden modificar toda descripción de su respectivo A3. Es importante mencionar que esta plataforma también entrega reportabilidad a través de una planilla Excel con diversa información, lo que permite generar distintos filtros de acuerdo a la necesidad del cliente.

Si bien la plataforma en línea tiene oportunidades de mejora, logró cerrar la brecha descrita anteriormente respecto a la pérdida de control y gestión de los Círculos de Calidad.

Un aspecto importante que vale la pena señalar, es que uno de los focos fundamentales de los que el BOS desea hacerse cargo en la compañía, es generar una transformación cultural en base a tres pilares fundamentales como se vió en el



Capítulo 2, dentro del cual, se mencionó que los Círculos de Calidad apalancaban todos (Servir a nuestro cliente, buscar la perfección operacional y empoderar a nuestra gente), para lo cual se decidió aplicar una encuesta para determinar como los miembros de los actuales Círculos de Calidad perciben este proceso y cuan alineados están con los fundamentos del sistema operacional de la compañía (BOS).

### 3.1.2 Percepción de los Círculos de Calidad

Para comprender el impacto que los Círculos de Calidad tienen en la Gerencia, se realizó una encuesta anónima a una muestra representativa de miembros de Círculos de Calidad de alrededor del 80% de aquellos participantes que tienen al menos un desafío cerrado, esta encuesta consta de 7 preguntas, en donde las 6 primeras tienen una posibilidad de respuesta binaria y la séptima fue una pregunta abierta “¿Cuáles crees que son las principales oportunidades del proceso actual de los círculos de calidad?” y a continuación se muestran los resultados:

Tabla 1. Encuesta de percepción sobre Círculos de Calidad

Preguntas		Sí	No
1	¿Te sientes empoderado en tu área de trabajo?	93%	7%
2	¿Crees que los círculos de calidad son positivos en tu área?	91%	9%
3	¿Volverías a formar parte de un círculo de calidad?	89%	11%
4	¿Recomendarías a tus colegas formar parte de un círculo de calidad?	89%	11%
5	¿Crees que los círculos de calidad mejoran tu trabajo diario?	84%	16%
6	¿Crees que tus líderes están comprometidos con los círculos de calidad?	79%	21%

De los resultados, se muestra el gran efecto positivo que los Círculos de Calidad han causado en la primera línea y lo bien que le hacen a la salud organizacional de la compañía, lo que además está completamente alineado con los principios del sistema operativo en la compañía (BOS) ya que todas las respuestas fueron ampliamente positivas. Esto asegura el hecho que los trabajadores se sienten valorados dentro de la organización cumpliendo con el hecho de que los Círculos

de Calidad suponen que los trabajadores no solo aportan su esfuerzo muscular, sino también su cerebro, su talento y su inteligencia.

Para que estos resultados no decaigan, se propone gestionar las principales oportunidades levantadas, dentro de las que sobresalen “mayor soporte para los procesos internos de la compañía” esto se refiere a la Gestión de Cambio y de Compras como se mencionó en el punto 2 del Capítulo 3.1 y respecto al cual la autora propone una solución, como también “que exista mayor reconocimiento de los líderes de mi área” para lo cual se propone estandarizar como parte del proceso de cierre de un Círculo de Calidad una instancia de reconocimiento formal por parte de los ejecutivos del área.

En resumen, tomando todas las oportunidades de mejora mencionadas en este capítulo, se sugiere la siguiente línea de tiempo para el proceso de Círculos de Calidad, en donde como nuevas medidas, se incorporan la validación económica de superintendentes, el uso de la plataforma en línea a lo largo de todo el proceso, la incorporación de *focal points* para el desarrollo de los planes de implementación y la etapa de reconocimiento como cierre del proceso.

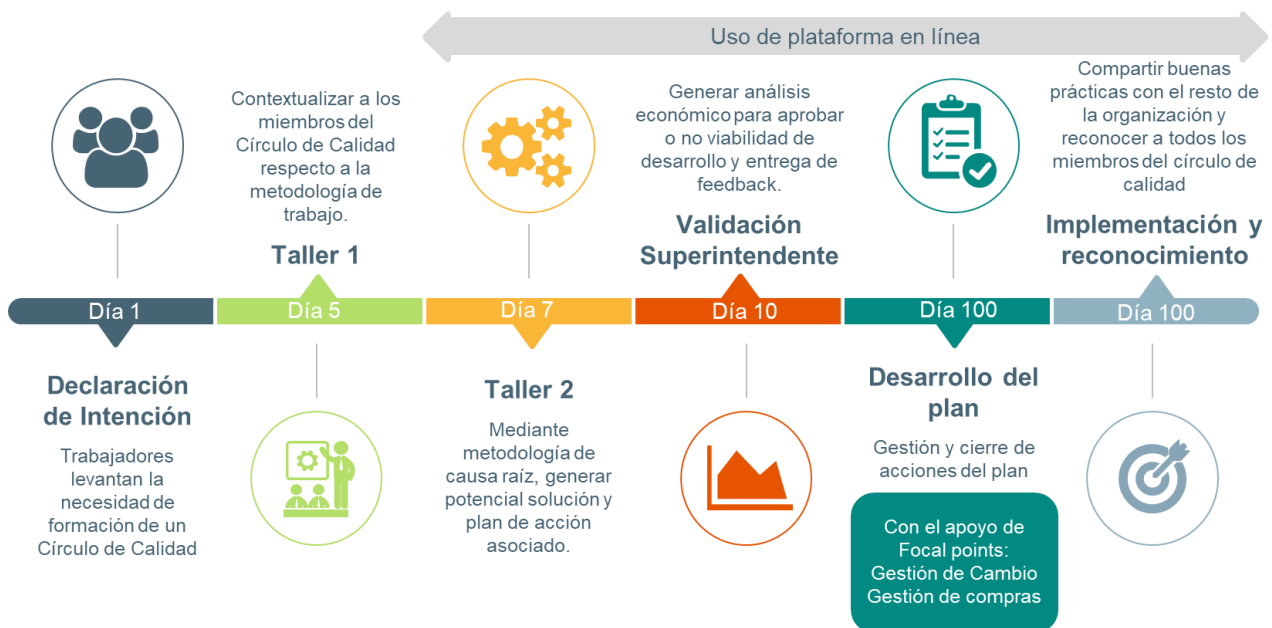


Ilustración 5. Flujo propuesto para proceso de gestión de Círculos de Calidad.

## CAPITULO 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para la realización de este capítulo, se eligieron algunos ejemplos de mejoras realizadas por Círculos de Calidad que estuviesen ya terminadas y con un tiempo superior a los 6 meses de implementación desde su cierre, esto con el fin de medir el real impacto, se trabajó con los participantes del desafío y con el área de finanzas, la cual, aprobó la evaluación económica realizada, cabe destacar, que algunos datos fueron resguardados y/o modificados para mantenerlos en confidencialidad, pero que no modifican el método utilizado.

Como se mencionó en un inicio, los Círculos apalancan seguridad, cultura y productividad, dado que la seguridad y cultura son intangibles, para este capítulo solo se evaluarán aquellos que apalancan productividad, También es importante señalar que los métodos varían de acuerdo al ahorro que se está generando, este puede ser en tonelaje (mayor disponibilidad) o gasto (menor FTE, equipos, insumos, herramientas, etc),

La metodología que se muestra a continuación, se hace bastante sencilla si se aplicara, por tanto, se sugiere que, dentro del proceso de desarrollo del círculo, el superintendente valide previo a la implementación estimando el beneficio y también se capacite a los trabajadores en la evaluación económica de su mejora, y se valide con el área de finanzas una vez cerrada la mejora propuesta por el Círculo de Calidad, esto generará valor al área, a los trabajadores y a la compañía.

#### 4.1 Caso 1: Circulo de Calidad 1

Este caso apunta exclusivamente a aumento de rendimiento al impedir detención de planta.

Problemática: Hace aproximadamente 12 años atrás, se generan roturas en el *loop* de cal de molienda secundaria lo que implica la detención de planta, la reparación demora aproximadamente 3 horas, y se realiza una vez al año por esta causa. Esta detención, genera una perdida de producción.

Solución: Implementación de *loop* de cal en línea de molienda secundaria.

Inversión: USD 14.500

Ahorro: aumento de disponibilidad

Evaluación económica: para este ejercicio en particular, se esperó un año desde la implementación para ver si el problema no volvía a ocurrir, lo que implicaría que fue atacada la causa raíz del problema, y así fue, por lo tanto, se consideró exitosa su implementación. Para determinar el valor económico de la mejora se requieren 3 datos fundamentales: tonelaje de tratamiento, ley de alimentación y porcentaje de recuperación del proceso.

Tabla 2. Evaluación económica Caso Círculo de Calidad 1.

Tonelaje	7000
Ley de Alimentación	0,95
Recuperación	0,86
Ton Cu Fino	Pérdida 1h
	57,19
	Pérdida 3 h
	171,57
Lb de Cu Fino	378140
<b>Ahorro USD</b>	<b>\$ 1.005.853</b>

Al momento de hacer este cálculo el valor del USD/lb Cu era de 2,66, esto variará de acuerdo al momento en que se haga el cálculo, y al precio que tenga el cobre en ese momento.

Cabe señalar que esta solución trajo consigo un ahorro de un poco más de 1 millón de dólares, y se realizó en un periodo de tiempo de 3 meses, lo que es una gestión considerable para una planta de esta envergadura.

#### 4.2 Caso 2: Circulo de Calidad 2

Este caso apunta a aumento rendimiento y ahorro de servicio/repuesto para realizar la tarea

Problemática: Los equipos de agitación celdas *Rougher* y *Scavenger* línea 2, presentan falla por baja presión de aceite en sistema de lubricación, debido al deterioro de acoplamiento entre eje entrada reductor y bomba lubricación, lo cual genera la detención del equipo, afectando la disponibilidad e impactando en una disminución del tiempo de residencia. La mantención de este equipo es realizada por una empresa contratista, con un costo de reparación de 45K USD, con un tiempo de entrega aproximado de 30 días. Esto ocurre hace un año y cada 6 meses.

Solución: Reemplazar el actual machón de acoplamiento plástico, por uno confeccionado en bronce de al menos 4 celdas implementadas y además reemplazar el actual aceite mineral por uno sintético. Todo este trabajo será realizado en faena por personal interno en un plazo de 3 días.

Inversión: USD 3.700

Ahorro: Aumento de disponibilidad en flotación *Rougher* y *Scavenger* línea 2., reducción de FTE<sup>4</sup> de servicio de reparación y repuestos.

Evaluación económica: Para este ejercicio en particular, se esperó un mes desde la implementación para ver si el problema no volvía a ocurrir, lo que implicaría que fue

---

<sup>4</sup> FTE: **significa** equivalente a tiempo completo (**full-time equivalent**, en inglés), lo cual es una forma de medir la cantidad de empleados a tiempo completo que se necesitarían para llevar a cabo el trabajo realizado en una empresa.

atacada la causa raíz del problema, y así fue, por lo tanto, se consideró exitosa su implementación. Para determinar el valor económico de la mejora, se requieren: tonelaje de tratamiento, ley de alimentación y porcentaje de recuperación del proceso, costo del servicio de reparación y valor de los repuestos.

Tabla 3. Evaluación económica Caso Círculo de Calidad 2

Tonelaje	7000
Ley de Alimentación	0,95
Recuperación	0,86
Ton Cu Fino	Pérdida 1h
	57,05
Lb Cu Fino	Pérdida 1 día
	7375
US\$/día	\$ 19.470
35 celdas en mantención	\$ 681.450
Trabajo de reparación US\$	\$ 45.000
Costo Total celda F/S	\$ 726.450
Reparación interna 3 días	\$ 58.410
Valor repuesto	\$ 167
Total reparación 3 días	\$ 58.577
<b>Ahorro USD</b>	<b>\$ 667.873</b>

Al momento de hacer este cálculo el valor del USD/lb Cu era de 2,63.

De la tabla, se puede apreciar que ahorro supera los USD 600.000, pero dado que el problema ocurría cada 6 meses, podríamos afirmar que el ahorro dentro de un *Fiscal Year* es de USD 1.335.746, el cual fue implementado en 3 días una vez que se contaban con todos los materiales en planta.

Para este cálculo, se requirió los datos del costo del servicio y repuestos, los cuales fueron proporcionados por el área de contratos de la Gerencia.

#### 4.3 Caso 3: Circulo de Calidad 3

Este caso apunta exclusivamente a ahorros de contratos (FTE) y disponibilidad de planta

Problemática: El embancamiento de pozos de la bomba a piso, en el área de flotación, concentrado y relaves, desde hace 20 años, se traduce en pérdidas de recursos a través de distintos contratos con empresas contratistas, pudiendo ser una labor solo de trabajadores internos.

Solución: Controlar los embancamientos de los pozos en el área de flotación en las bombas de concentrado final y de 1<sup>ra</sup> limpieza mediante la dilución del concentrado de embancamiento con dispositivo de repulpeo para pozode bombas de piso.

Inversión: USD 25.400

Ahorro: FTE y disponibilidad

Evaluación económica: para este ejercicio en particular, se espera 3 meses desde la implementación para ver si el problema no volvía a ocurrir, lo que implicaría que fue atacada la causa raíz del problema, y así fue, por lo tanto, se consideró exitosa su implementación. Para determinar el valor económico de la mejora, a diferencia de los otros 2 casos, se requiere el valor de los contratos asignados para esta tarea, lo que se detalla a continuación:

Tabla 4. Evaluación económica Caso Círculo de Calidad 3

Actividades	Antes	Después	Ahorro
Personas que realizan la tarea	8	2	\$ 4.286
Empresas colaboradoras involucradas	2	0	\$ 8.400
Equipos móviles para realizar la tarea	3	0	\$ 12.000
Horas de realización de la tarea	12	2	\$ 8.113
<b>Total</b>			<b>\$ 32.799</b>

Al momento de hacer este cálculo el valor del USD/lb Cu era de 2,63.

El ahorro observado en este caso es casi de exclusivo ahorro por efectos de contrato, el cual es uno de los principales gastos generados en la compañía, al ser casi en su totalidad tercerizada.

Si bien las soluciones para los 3 casos son simples, los ahorros percibidos para el negocio son de gran relevancia, y viene a reforzar el hecho de que todos podemos hacernos cargo de las oportunidades de mejora de nuestras áreas.



## CAPITULO 5. CONCLUSIÓN

Como se mencionó en el Capítulo 3, una de de las diferencias fundamentales con los principios de lean, respecto a los Círculos de Calidad, es que actualmente no se involucra la participación de los ejecutivos del área desde una etapa temprana de la implementación, esto debido a que, en sus inicios, la compañía adoptó la estrategia de aceptar todo tipo de ideas para “generar la cultura deseada”, pero esto sucedió hace ya más de 3 años, y durante estos años muchos de los proyectos no han tenido el beneficio esperado y han incurrido en altos costos de implementación, por lo que se hace imprescindible el involucramiento de los ejecutivos para decidir la viabilidad de un proyecto, para esto se sugiere evaluar el VAN de cada uno de ellos, en una etapa inicial o en su defecto, utilizar un criterio simple que se ajuste a lo siguiente:

$$\begin{aligned} & \textit{Costo del problema} + \textit{Costo inversión de la solución} \\ & \leq \textit{Beneficio de la solución} \end{aligned}$$

De cualquier modo, es importante el involucramiento de los miembros del Círculo de Calidad en esta etapa también, ya que además de aprender a realizar los respectivos análisis, se harán parte del proceso en su totalidad y tendrán la mirada de sustentabilidad de negocio para proyectos futuros.

Es importante recalcar, que, dado que los Círculos de Calidad en esta compañía buscan apalancar seguridad, cultura y productividad, sólo sería óptimo para la Gerencia del área, determinar un método de selección para aquellos círculos que apalanquen productividad, ya que es la única forma de medir retorno a los inversionistas, lo que no quiere decir que las otras palancas, aunque intangibles, no sean importantes, ya que al fin y al cabo velan por el bienestar de las personas, el principal activo de todas las compañías y por ende deben tomarse.

Dentro del alcance de esta tesis, se logra evidenciar una comparativa de la filosofía *Lean* y una mirada del estado real de la compañía respecto a Círculos de Calidad, lo cual, deja en evidencia distintas oportunidades de mejora como la falta de validación económica de ejecutivos del área, el descontrol del seguimiento y gestión

de Círculos de Calidad debido a su crecimiento exponencial y lo extenso que puede llegar a ser el proceso de un Círculo de Calidad por la burocracia que conllevan ciertos procesos internos de la compañía.

Para mejorar el proceso, se sugiere:

Incorporación temprana de superintendente del área para que apruebe la viabilidad económica de un nuevo proyecto, el uso de la plataforma en línea a lo largo de todo el proceso, la cual permitirá llevar un orden en el control y gestión de todos los círculos, este punto en particular, ya ha sido llevado a la práctica y los beneficios son observables, la designación de focal points o expertos de los distintos procesos de la compañía que velen por sostener los distintos procesos (Gestión de cambio y compras), lo que, al igual que el punto anterior ya ha sido implementado y ha reducido los tiempos de implementación de 6 a 4 meses en promedio. Y finalmente, de acuerdo a los resultados de la encuesta de percepción mostrados en el Capítulo 3 y alineados con lo que busca el sistema operativo de la compañía (BOS) se sugiere formalizar la etapa de reconocimiento como cierre del proceso de Círculo de Calidad. Todo lo anterior, se resume con la siguiente línea de tiempo.



Dado que los Círculos de Calidad desde que iniciaron el 2017 a la fecha han crecido de forma exponencial, sustentar su seguimiento con una plataforma digital que ayude a soportar el control y gestión se hizo imprescindible, ya que eso permitió a los responsables de cada uno de ellos, enfocarse en las brechas y el cierre de éstas y así darle sostenibilidad al proceso. Además, permitió que cualquier persona de la Compañía pudiera acceder a las buenas prácticas de la Gerencia y así poder replicarlas en otras áreas de la Compañía. Este logro fue gracias a la participación de un grupo multidisciplinario, que con sus distintas miradas permitió incorporar en la plataforma los requisitos esenciales para gestionar los Círculos de Calidad de forma proactiva y en tiempo real, dentro de las que destacan:

- 1) Interfaz amigable con el usuario.
- 2) Acceso público, para que tanto trabajadores internos como externos tuvieran acceso a ella.
- 3) Limitar la edición de acciones, fechas y responsables a un grupo pequeño de personas para que el proceso no se descontrolara.
- 4) Generar Reportabilidad respecto al status de cada círculo.
- 5) Generar un reporte A3 para trabajar sobre él y que permita mostrar un resumen de como fue trabajado el problema mediante la metodología de análisis de causa raíz.

Si bien, esta plataforma ha traído buenos resultados, no está exenta de ser mejorada en un futuro y de incorporarse al ciclo de mejora continua que establece el sistema operativo de la compañía (BOS).

El proceso de evaluación económica de los Círculos de Calidad, dentro de la compañía, requiere de una detección temprana de los potenciales beneficios que la idea puede generar, el cual se sugiere sea el superintendente del área el responsable, y siempre contar con la participación activa de 3 actores principales para que éste sea exitoso: los dueños de la iniciativa (participantes del Círculo de Calidad), el superintendente a cargo del Círculo de Calidad y del área de finanzas,

ya que esto traerá sustentabilidad al proceso de valorización y oficialización de los números.

Como se mostró en el capítulo 4, este tipo de evaluaciones serán viables sólo para aquellos Círculos de Calidad cuyo desafío apalanque productividad, y para esto se necesitan pocos datos para obtener este valor: el costo que genera el problema, el costo de la implementación y el beneficio asociado. En el caso de apalancar seguridad y cultura, al ser beneficios intangibles se sugiere no hacer este tipo de evaluaciones.

Dentro de los casos de éxitos actuales, permiten concluir también la importancia de un supervisor sponsor comprometido con el Círculo de Calidad que están liderando, por lo que, se recomienda generar lineamientos claros por parte de los líderes del área en donde se brinde la importancia, el reconocimiento y que se incorpore como parte de las rutinas formales de los trabajadores el desarrollo de los círculos durante el horario laboral, ya que esto no es más trabajo, sino que, es parte de su trabajo.

Finalmente, dentro de las conclusiones de esta tesis, se observa que los Círculos de Calidad no solo apuntan a resolver problemas, sino que también, se ha demostrado que aquellos desafíos que finalizan con éxito generan que los mismos integrantes generen nuevos desafíos, debido a que se sienten empoderados y valorados, esto aumenta la salud organizacional y logra el objetivo de generar la tan ansiada transformación cultural de la compañía, ya que la primera línea se siente valorada, empoderada y capaz de lograr todo lo que se propongan.

## CAPITULO 6. BIBLIOGRAFIA

- [1] R. Snee, «Lean Six Sigma- getting better all the time,» *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 1, nº 1, pp. 9-29, 2010.
- [2] A. K. R. B. J. Antony, *World Class Application for Six Sigma Implementations*, Amsterdam: Elsevier, 2006.
- [3] M. Poppendieck, «Principles of Lean Thinking,» LLC, USA, 2002.
- [4] D. T. D. R. James P. Womack, *La máquina que cambió al mundo, USA: Productivity Press*, 1990.
- [5] R. Andi, «Implementing Lean Principle into Mining Industry Issues and Challenges,» 2009.
- [6] K. Dunstan y B. & S. L. Lavin, «The application of lean manufacturing in a mining environment,» de *International Mine Management*, 2006.
- [7] A. Klippel, C. Petter y J. Antunes, «Management Innovation, a way for mining companies to survive in a globalized world,» *Utilities Policy*, 2008b, pp. 332-333.
- [8] J. Yingling, R. Detty y J. Sottie, «Lean manufacturing principles and their applicability to the mining industry,» *Mineral Resources Engineering*, 2000, pp. 215-238.
- [9] J. Womack y D. Jones, *Lean Thinking*, Londres: Simon & Schuster, 2003.
- [10] G.-L. R. Creus, «Conocimiento A3,» 2012.
- [11] F. P. Izquierdo, «Círculos de Calidad: teoría y práctica,» España, Marcombo, 1991, p. 34.
- [12] F. Palom, *Círculos de Calidad: Teoría y práctica*, Marcombo, 1995.
- [13] BHP, «Informe de Sustentabilidad 2017,» BHP, Santiago, 2017.